

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-297583

(43)Date of publication of application : 29.10.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/02  
H01L 21/304  
H01L 27/12

(21)Application number : 10-114176

(71)Applicant : SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD  
SOI TEC

(22)Date of filing : 09.04.1998

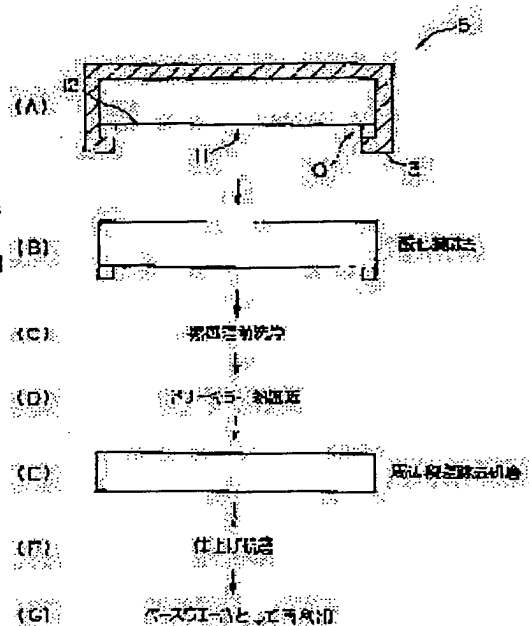
(72)Inventor : KUWABARA NOBORU  
MITANI KIYOSHI  
WADA MASAE  
ANDRE JACQUES OVERTON HERBE

## (54) METHOD OF REUSING PEELED WAFER AND WAFER TO BE REUSED

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for actually reusing a peeled wafer as silicon wafer, improve the productivity of SOI wafer, and reduce its cost by performing an appropriate reprocessing to the peeled wafer which is a by-product of a hydrogen-ion peeling method.

**SOLUTION:** In a method of reusing a peeled wafer as a silicon wafer, by performing an reprocessing to the peeled wafer which is a by-product produced during manufacturing SOI wafers by a hydrogen-ion peeling method, as reprocessing, a surface oxide film 3 is removed (B), and a donor killer heat treatment is performed (D), next polishing is performed to remove steps on the periphery (E), and finally finish polishing is performed (F), which allows the peeled wafer to be reused.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-297583

(43) 公開日 平成11年(1999)10月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 L 21/02  
21/304  
27/12

識別記号

6 2 2

F I

H 0 1 L 21/02  
21/304  
27/12

Z

6 2 2 W

B

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-114176

(22) 出願日 平成10年(1998)4月9日

特許法第30条第1項適用申請有り 1997年11月10日 社  
団法人応用物理学会発行の「応用物理 第66巻 第11  
号」に発表

(71) 出願人 000190149

信越半導体株式会社

東京都千代田区丸の内1丁目4番2号

(71) 出願人 598054968

エス オー アイ テック エス・エー  
フランス国 38000 グルノーブル フィ  
ルマン グティエ ブラサ 1

(72) 発明者 桑原 登

群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半  
導体株式会社半導体磯部研究所内

(74) 代理人 弁理士 好宮 幹夫

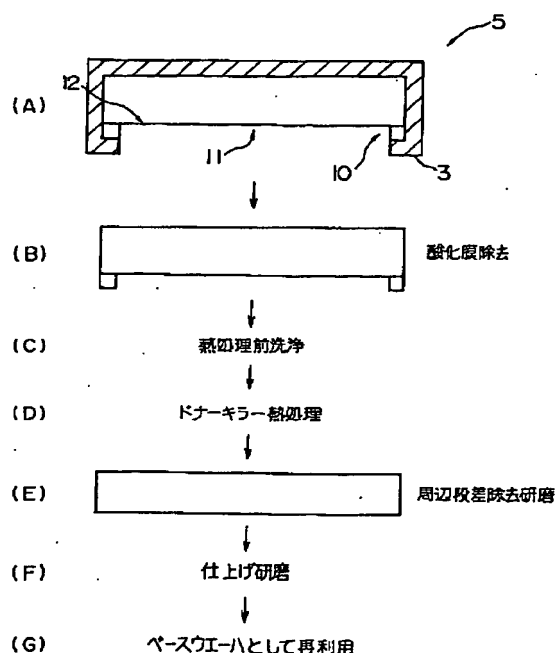
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 剥離ウエーハを再利用する方法および再利用に供されるシリコンウエーハ

(57) 【要約】

【課題】 水素イオン剥離法において副生した剥離ウエーハに、適切な再処理を施して、実際にシリコンウエーハとして再利用することができる方法を提供し、SOIウエーハの生産性の向上と、コストダウンを図る。

【解決手段】 水素イオン剥離法によってSOIウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハに、再処理を加えてシリコンウエーハとして再利用する方法において、前記再処理として、表面酸化膜を除去し、ドナーキラー熱処理を施し、次いで周辺の段差を除去する研磨を行い、最後に仕上げ研磨をすることを特徴とする剥離ウエーハを再利用する方法。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素イオン剥離法によってSOIウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハに、再処理を加えてシリコンウエーハとして再利用する方法において、前記再処理として少なくとも剥離ウエーハに周辺の段差を除去する研磨を行うことを特徴とする剥離ウエーハを再利用する方法。

【請求項2】 前記再処理として、周辺の段差を除去する研磨後、仕上げ研磨をすることを特徴とする請求項1に記載の剥離ウエーハを再利用する方法。

【請求項3】 前記再処理として、周辺の段差を除去する研磨前に、表面酸化膜を除去することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の剥離ウエーハを再利用する方法。

【請求項4】 前記再処理中に、剥離ウエーハにドナーキラー熱処理を施すことを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか1項に記載の剥離ウエーハを再利用する方法。

【請求項5】 前記請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の方法で再処理された剥離ウエーハを、SOIウエーハのベースウエーハとして再利用することを特徴とする剥離ウエーハを再利用する方法。

【請求項6】 前記請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の方法で再処理された剥離ウエーハを、SOIウエーハのボンドウエーハとして再利用することを特徴とする剥離ウエーハを再利用する方法。

【請求項7】 前記請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の方法で再処理された剥離ウエーハを、シリコン鏡面ウエーハとして再利用することを特徴とする剥離ウエーハを再利用する方法。

【請求項8】 前記請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の方法で再処理されたことを特徴とする再利用に供されるシリコンウエーハ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、イオン注入したウエーハを結合後に剥離してSOI (silicon on insulator) ウエーハを製造する、いわゆる水素イオン剥離法 (スマートカット法とも呼ばれている) において、副生される剥離ウエーハに再処理を加えてシリコンウエーハとして再利用する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、SOI構造のウエーハの作製法としては、酸素イオンをシリコン単結晶に高濃度で打ち込んだ後に、高温で熱処理を行い酸化膜を形成するSIMOX (separation by implanted oxygen) 法によるものと、2枚の鏡面研磨したシリコンウエーハを接着剤を用いることなく結合し、片方のウエーハを薄膜化する結合法が目玉されている技術である。

【0003】 SIMOX法は、デバイス活性領域となる

SOI層の膜厚を、酸素イオン打ち込み時の加速電圧で決定、制御できるために、薄膜でかつ膜厚均一性の高いSOI層を容易に得る事ができる利点があるが、埋め込み酸化膜の信頼性や、SOI層の結晶性、1300℃以上の温度での熱処理が必要である等問題が多い。

【0004】 一方、ウエーハ結合法は、単結晶のシリコン鏡面ウエーハ2枚のうち少なくとも一方に酸化膜を形成し、接着剤を用いずに接合し、次いで熱処理 (通常は1100℃~1200℃) を加えることで結合を強化し、その後片方のウエーハを研削や湿式エッチングにより薄膜化した後、薄膜の表面を鏡面研磨してSOI層を形成するものである。埋め込み酸化膜の信頼性が高くSOI層の結晶性も良好であるという利点がある。

【0005】 しかし、機械的な加工により薄膜化しているため、薄膜化するのに大変な時間がかかる上に、片方のウエーハは粉等となって消失してしまうので、生産性が低く、著しいコスト高となってしまう。しかも、機械加工による研削・研磨では得られるSOI層の膜厚およびその均一性にも限界があるという欠点がある。尚、ウエーハ結合法は、シリコンウエーハ同士を結合する場合のみならず、シリコンウエーハとSiO<sub>2</sub>、SiC、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の絶縁性ウエーハと直接結合してSOI層を形成する場合もある。

【0006】 最近、SOIウエーハの製造方法として、イオン注入したウエーハを結合後に剥離してSOIウエーハを製造する方法 (水素イオン剥離法: スマートカット法と呼ばれる技術) が新たに注目され始めている。この方法は、二枚のシリコンウエーハのうち、少なくとも一方に酸化膜を形成すると共に、一方のシリコンウエーハの上面から水素イオンまたは希ガスイオンを注入し、該ウエーハ内部に微小気泡層 (封入層) を形成させた後、該イオンを注入した方の面を酸化膜を介して他方のシリコンウエーハと密着させ、その後熱処理を加えて微小気泡層を劈開面として一方のウエーハを薄膜状に剥離し、さらに熱処理を加えて強固に結合してSOIウエーハとする技術 (特開平5-211128号参照) である。この方法では、劈開面は良好な鏡面であり、SOI層の膜厚の均一性も高いSOIウエーハが比較的容易に得られている。そして、この水素イオン剥離法においても、シリコンウエーハ同士を結合する場合のみならず、シリコンウエーハにイオン注入して、これとSiO<sub>2</sub>、SiC、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の絶縁性ウエーハと直接結合してSOI層を形成する場合もある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 このような水素イオン剥離法でSOIウエーハを作製すると、必然的に1枚のシリコンの剥離ウエーハが副生されることになる。従来、水素イオン剥離法においては、この副生した剥離ウエーハを再利用することによって、実質上1枚のシリコンウエーハから1枚のSOIウエーハを得ることができ

るので、コストを大幅に下げることができるとしている。

【0008】ところが、このような剥離ウエーハの再利用は、概念としてはあるものの、実際に再利用した例はなく、具体的にどのようにして再利用すればよいのか不明であった。特に、本発明者らの調査では、剥離ウエーハはそのままでは、通常のシリコン鏡面ウエーハとして使用できるようなものではなく、ウエーハ周辺に段差があったり、表面にイオン注入によるダメージ層が存在したり、表面粗さが大きかったりするものであることがわかった。しかも、剥離ウエーハは、少なくとも剥離のための熱処理を受けており、CZウエーハを用いた場合には、ウエーハ中に酸素析出を起こしていたり、酸素ドナーの生成により、抵抗率が所望値に対して大幅にはずれていたりとすることもある。

【0009】そこで、本発明はこのような問題点に鑑みなされたもので、水素イオン剥離法において副生した剥離ウエーハに、適切な再処理を施して、実際にシリコンウエーハとして再利用することができる方法を提供し、実際にSOIウエーハの生産性の向上と、コストダウン

を図ることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため本発明の請求項1に記載した発明は、水素イオン剥離法によってSOIウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハに、再処理を加えてシリコンウエーハとして再利用する方法において、前記再処理として少なくとも剥離ウエーハに周辺の段差を除去する研磨を行うことを特徴とする剥離ウエーハを再利用する方法である。

【0011】このように、水素イオン剥離法で副生した剥離ウエーハには周辺に段差があることが判明した。そこで、本発明では剥離ウエーハの再処理として、周辺の段差を研磨することによって除去することにした。剥離ウエーハの周辺の段差を研磨により除去するようになれば、簡単に周辺の段差を除去できるとともに、剥離ウエーハ表面のダメージ層の除去および表面粗さの改善も同時にできる。

【0012】この場合、請求項2に記載したように、剥離ウエーハの再処理として、周辺の段差を除去する研磨後、仕上げ研磨をするのが好ましい。これは、周辺の段差を除去する研磨のみで研磨面を仕上げるより、複数段で研磨した方が研磨面の表面粗さあるいは平坦度等をより良好なものとして行うことができるからである。そして、仕上げ研磨も1段で行う必要は必ずしも無いので、2段あるいはそれ以上で行っても良い。

【0013】また、請求項3に記載したように、剥離ウエーハの再処理として、周辺の段差を除去する研磨前に、表面酸化膜を除去するのが好ましい。このように、周辺の段差を除去する研磨前に、表面酸化膜を除去して

おけば、均一に研磨をすることができる。すなわち、周辺の段差部に酸化膜が付着していると、より大きな段差となる上に、酸化膜はシリコンと硬度が異なるため、研磨において均一に研磨するのが難しくなる。

【0014】また、本発明の請求項4に記載した発明は、剥離ウエーハの再処理中に、剥離ウエーハにドナーキラー熱処理を施すことを特徴とする方法である。ドナーキラー熱処理を施すことによって、剥離熱処理等によって剥離ウエーハ中に発生した酸素ドナーを消去することができるので、剥離ウエーハの抵抗異常をなくすることができる。

【0015】次に、本発明の請求項5に記載した発明は、前記請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の方法で再処理された剥離ウエーハを、SOIウエーハのベースウエーハとして再利用する方法であり、また、本発明の請求項6に記載した発明は、前記請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の方法で再処理された剥離ウエーハを、SOIウエーハのボンドウエーハとして再利用する方法であり、さらに、本発明の請求項7に記載した発明は、前記請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の方法で再処理された剥離ウエーハを、シリコン鏡面ウエーハとして再利用する方法である。

【0016】このように、本発明で再処理された剥離ウエーハは、表面が均一に研磨されているので、二枚のシリコンウエーハを貼り合わせてSOIウエーハを作製する場合のベースウエーハあるいはボンドウエーハとして用いることができるし、通常のシリコン鏡面ウエーハとしても用いることができる。特に、CZウエーハから副生された剥離ウエーハをベースウエーハあるいは通常のシリコン鏡面ウエーハとして用いる場合には、再処理された剥離ウエーハ中に剥離熱処理等により酸素析出が発生しているので、これがゲッターリング効果を発揮するために好適なものとなる。また、FZウエーハから副生された剥離ウエーハあるいはエピタキシャル層を有する剥離ウエーハの場合には、CZウエーハのようにCOP (Crystal Originated Particle) や酸素析出物といった結晶欠陥がないので、ボンドウエーハとして再利用するのに好適である。

【0017】そして、本発明の請求項8に記載した発明は、前記請求項1ないし請求項4のいずれか1項に記載の方法で再処理されたことを特徴とする再利用に供されるシリコンウエーハである。上述のように、本発明で再処理された剥離ウエーハは、シリコンウエーハとして再利用できるウエーハとなる。この場合、水素イオン剥離法において予め用いる剥離される側のウエーハの厚さを厚くしておき、研磨による再処理後、再利用において所望とされるウエーハの厚さとなるようにすればよい。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明するが、本発明はこれらに限定され

るものではない。ここで、図1は水素イオン剥離法でSOIウエーハを製造する方法によるSOIウエーハの製造工程の一例を示すフロー図である。また、図2は本発明の剥離ウエーハを再処理して再利用する方法の一例を示す工程フロー図である。

【0019】以下、本発明を2枚のシリコンウエーハを結合する場合を中心に説明する。まず、図1の水素イオン剥離法において、工程(a)では、2枚のシリコン鏡面ウエーハを準備するものであり、デバイスの仕様に合った基台となるベースウエーハ1とSOI層となるボンドウエーハ2を準備する。次に工程(b)では、そのうちの少なくとも一方のウエーハ、ここではボンドウエーハ2を熱酸化し、その表面に約0.1 $\mu\text{m}$ ~2.0 $\mu\text{m}$ 厚の酸化膜3を形成する。

【0020】工程(c)では、表面に酸化膜を形成したボンドウエーハ2の片面に対して水素イオンまたは希ガスイオンを注入し、イオンの平均進入深さにおいて表面に平行な微小気泡層(封入層)4を形成させるもので、この注入温度は25~450℃が好ましい。工程(d)は、水素イオン注入したボンドウエーハ2の水素イオン注入面に、ベースウエーハ1を酸化膜を介して重ね合わせて密着させる工程であり、常温の清浄な雰囲気下で2枚のウエーハの表面同士を接触させることにより、接着剤等を用いることなくウエーハ同士が接着する。

【0021】次に、工程(e)は、封入層4を境界として剥離することによって、剥離ウエーハ5とSOIウエーハ6(SOI層7+埋込み酸化膜3+ベースウエーハ1)に分離する剥離熱処理工程で、例えば不活性ガス雰囲気下約500℃以上の温度で熱処理を加えれば、結晶の再配列と気泡の凝集とによって剥離ウエーハ5とSOIウエーハ6に分離される。

【0022】そして、工程(f)では、前記工程(d)(e)の密着工程および剥離熱処理工程で密着させたウエーハ同士の結合力では、そのままデバイス工程で使用するには弱いので、結合熱処理としてSOIウエーハ6に高温の熱処理を施し結合強度を十分なものとする。この熱処理は例えば不活性ガス雰囲気下、1050℃~1200℃で30分から2時間の範囲で行うことが好ましい。なお、工程(e)の剥離熱処理と工程(f)の結合熱処理を連続的に行ったり、また、工程(e)の剥離熱処理と工程(f)の結合熱処理を同時に兼ねるものとして行ってもよい。

【0023】次に、工程(g)は、タッチポリッシュと呼ばれる研磨代の極めて少ない鏡面研磨の工程であり、SOI層7の表面である劈開面に存在する結晶欠陥層の除去と表面粗さを除去する工程である。以上の工程を経て結晶品質が高く、膜厚均一性の高いSOI層7を有する高品質のSOIウエーハ6を製造することができる(工程(h))。

【0024】このような水素イオン剥離法においては、

図1(e)工程において、剥離ウエーハ5が副生されることになる。水素イオン剥離法によって作製されるSOI層の厚さは、通常0.1~1.5ミクロン程度で、厚くとも2ミクロン以下であるので、剥離ウエーハ5は十分な厚さを有する。したがって、これをシリコンウエーハとして再利用すれば、SOIウエーハの製造コストを著しく下げることが可能となる。

【0025】ところが、図2(A)に剥離ウエーハの拡大模式図を示したように、この剥離ウエーハ5の周辺部には段差10が発生し、そのままではシリコンウエーハとして使用できないものとなることがわかった。この周辺の段差10は、ボンドウエーハの周辺部がベースウエーハと結合されずに未結合となることから発生するものである。従って、この段差の高さは、SOI層の厚さと埋め込み酸化膜3の厚さを足した程度のものとなる。

【0026】また、剥離ウエーハの剥離面11には、水素イオン注入によるダメージ層12が残存し、その表面粗さも、通常の鏡面ウエーハに比べて悪いものであることがわかった。特に、局所的な表面粗さが悪く、アルカリエッチングのような選択性のあるエッチングを施すと、深いビットが形成されてしまうことがわかった。

【0027】さらに、この剥離ウエーハ5は、少なくとも約500℃以上の剥離熱処理を受けており、CZウエーハのような酸素を含むウエーハをボンドウエーハとして用いた場合には、酸素ドナーが発生してウエーハの抵抗が異常値を示すような不都合を生じることもある。

【0028】そこで、本発明者らは、上記のような問題を解決すべく、水素イオン剥離法において副生した剥離ウエーハに、適切な再処理を施して、実際にシリコンウエーハとして再利用する方法を検討した結果本発明に到ったものである。すなわち、まず本発明では、水素イオン剥離法によってSOIウエーハを製造する際に副生される剥離ウエーハに生じる周辺の段差を、研磨により除去するようにした。

【0029】このように、剥離ウエーハの周辺の段差を研磨により除去するようにすれば、簡単に周辺の段差を除去できる。例えば、SOI層の厚さが0.2ミクロンである場合には、1ミクロン程度の研磨代で完全に段差を除去することができる。しかも、研磨により周辺の段差を除去する際に、同時に剥離ウエーハ表面のダメージ層の除去および表面粗さの改善もできる。

【0030】この場合、剥離ウエーハの再処理としては、周辺段差を除去する研磨後、仕上げ研磨をするのが好ましい。これは、周辺の段差を除去する研磨のみで研磨面を仕上げるより、より目の細かい研磨材を用いて複数段で研磨した方が研磨面の表面粗さや平坦度等をより良好なものとしてでき、通常のシリコン鏡面ウエーハの表面粗さあるいは平坦度と同等の品質を達成することができるからである。なお、この仕上げ研磨も1段で行う必要は必ずしも無く、2段あるいはそれ以上で行

っても良い。

【0031】また、本発明においては、剥離ウエーハの再処理として、周辺の段差を除去する研磨前に、表面酸化膜3を除去するのが好ましい。これは、周辺の段差10を除去する研磨前に、表面酸化膜3を除去しておく方が均一に研磨をすることができるからである。すなわち、周辺の段差部10に酸化膜3が付着していると、段差が一段と高いものとなるし、酸化膜はシリコンと硬度が異なるため、剥離ウエーハ面内が均一に研磨され難くなるからである。酸化膜の除去は、剥離ウエーハをフッ酸中に浸漬することによって簡単に行うことができる。

【0032】こうして、剥離ウエーハ周辺部にある段差、剥離面にある水素イオン注入によるダメージ層、および剥離面の表面粗さを除去することができ、通常の鏡面ウエーハに比べ何の遜色もない表面を持つ再利用ウエーハを得ることができる。

【0033】また、本発明において剥離ウエーハがCZウエーハである場合においては、剥離ウエーハの再処理中に、ドナーキラー熱処理を施すのが望ましい。剥離ウエーハは、約500℃以上の剥離熱処理によって剥離されるので、当然そのような低温熱処理を受けていることになる。CZウエーハのように酸素を含むシリコンウエーハに低温熱処理を施すと酸素ドナーが発生し、例えばp型シリコンウエーハの抵抗率が異常に高くなる等の現象が生じることがあることは良く知られている。したがって、水素イオン剥離法によって副生される剥離ウエーハにおいても、剥離熱処理によって酸素ドナーが生じ、剥離ウエーハの抵抗率が異常になることがある。このため、例えばウエーハの厚さを測定する際に一般的に使用されている静電容量方式の測定器で剥離ウエーハの厚さを測定することができないといった問題が生じる。

【0034】したがって、本発明では再処理中にドナーキラー熱処理を施すことによって、剥離熱処理等によって剥離ウエーハ中に発生した酸素ドナーを消去し、剥離ウエーハの抵抗異常をなくすようにした。このドナーキラー熱処理としては、一般に行われているように600℃以上の熱処理を加えれば良く、慣用されている方法としては、例えば650℃で20分の熱処理をするようにすればよい。

【0035】そして、剥離ウエーハの再処理中には、ウエーハの洗浄あるいはエッチングが行われることが多く、特に上記のように熱処理をする前には、熱処理においてウエーハを汚染しないように洗浄、エッチングが行われることが多い。この場合、本発明のような剥離ウエーハは、局所的な表面粗さが悪く、ダメージ層も有するので、アルカリエッチングのような選択性のあるエッチングあるいは洗浄を施すと、深いビットが形成されてしまい、後の研磨工程で研磨代を多くする等の対策が必要\*

1) 埋込み酸化膜厚: 400nm (0.4ミクロン)、

2) 水素注入条件: H<sup>+</sup> イオン、注入エネルギー 69keV

\* となるので好ましくない。

【0036】こうして、上記本発明の方法によって再処理されたシリコンウエーハは、通常のシリコン鏡面ウエーハと全く同じ均一に研磨された面状態を有するので、貼り合わせSOIウエーハの原料ウエーハとして用いることができるし、通常の集積回路等の作製用のシリコンウエーハとして用いてもよい。また、いわゆるエビタキシャルウエーハのサブストレートとして用いてもよく、特にその再利用の用途は限定されるものではない。

【0037】この場合、本発明の再処理された剥離ウエーハをベースウエーハあるいは通常のシリコン鏡面ウエーハとして用いる場合には、再処理された剥離ウエーハ中には、水素イオン注入前の熱酸化処理(通常900℃以上)、および約500℃以上といった剥離熱処理により酸素析出が発生しているの、これがいわゆるイントリンシックゲッタリング効果(IG効果)を発揮するために好適なものとなる。また、剥離ウエーハをSOIウエーハを作製する際のベースウエーハあるいはボンドウエーハとして用いれば、実質上1枚のシリコンウエーハから1枚のSOIウエーハを得ることができるので、SOIウエーハの製造コストを著しく減少させることができる。

【0038】なお、本発明で再処理された剥離ウエーハは、所望のシリコンウエーハとして再利用されるが、水素イオン剥離法において予め用いる剥離される側のウエーハであるボンドウエーハの厚さを、再利用ウエーハで必要とされる厚さより若干厚くしておき、研磨による再処理後、再利用において所望とされるウエーハの厚さとなるようにする。

【0039】ただし、前述のように、本発明で剥離ウエーハの周辺の段差を研磨により除去するには、SOI層の厚さにもよるが、たかだか1ミクロン程度の研磨代で完全に段差を除去することができるし、その後の仕上げ研磨、エッチングをとまなう洗浄等を行っても全体で10ミクロン以下の取り代で充分である。したがって、用いるボンドウエーハの厚さを予め厚くするのも、問題となるようなものではない。

【0040】

【実施例】以下、本発明の実施例を挙げて具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

(実施例) 導電型がp型で抵抗率が20Ω・cm、直径が150mmのシリコン鏡面ウエーハを用い、図1(a)～(h)に示す工程に従った水素イオン剥離法によりSOIウエーハを製造した。ボンドウエーハ2の厚さは、ベースウエーハ1の厚さの平均で約8ミクロン厚いものを用いた。SOI層の厚さは0.2ミクロンとし、その他イオン注入等の主な条件は次の通りである。

注入線量  $5.5 \times 10^{16} / \text{cm}^2$

3) 剥離熱処理条件:  $\text{N}_2$  ガス雰囲気下、 $500^\circ\text{C} \times 30$ 分

4) 結合熱処理条件:  $\text{N}_2$  ガス雰囲気下、 $1100^\circ\text{C} \times 2$ 時間

【0041】こうして厚さ0.2ミクロンのSOI層を有する高品質のSOIウエーハを作製することができたが、図1の工程(e)で剥離ウエーハ5が副生された。この剥離ウエーハを図2の工程(A)～(G)にしたがい再処理を加えて、ベースウエーハとして再利用することにした。

【0042】まず、図2(A)の、未処理の剥離ウエーハ5の周辺形状を、触針式粗さ計でスキャンすることによって測定した。その測定結果を図3(A)に示した。この図から明らかであるように、剥離ウエーハ5の周辺部には貼り合わせ時に周辺で未結合となった部分に起因する段差10が生じている。そして、その周辺の段差10の高さは、SOI層の厚さ(0.2ミクロン)と酸化膜の厚さ(0.4ミクロン)を加えた値程度以上となることわかる。

【0043】また、図2(A)の、未処理の剥離ウエーハ5の剥離面11の表面粗さを位相シフト干渉法により250ミクロン角で測定し、原子間力顕微鏡法により1ミクロン角で測定したところ、それぞれRMS値(自乗平均平方根粗さ)で、平均0.43nmと8.3nmであった。この値は、通常の鏡面研磨されたシリコンウエーハの表面粗さより非常に悪い値であり、特に1ミクロン角での値は通常の10倍以上の値で、剥離面は局部的な面粗れが大きいことがわかる。

【0044】次に、図2(B)では、剥離ウエーハをフッ酸中に浸漬することによって、表面の酸化膜3を除去した。フッ酸は、 $\text{HF} 50\%$ 水溶液とした。そして、酸化膜を除去した剥離ウエーハの周辺形状を再び触針式粗さ計でスキャンすることによって測定し、その結果を図3(B)に示した。この図から明らかであるように、剥離ウエーハ5の周辺部にはSOI層の厚さ(0.2ミクロン)より若干高い段差が生じていることがわかる。

【0045】次に、図2(C)では、剥離ウエーハを汚染しないように、熱処理前洗浄をした。この洗浄は、いわゆるRCA洗浄として広く知られている、(アンモニア/過酸化水素水)、(塩酸/過酸化水素水)の2段洗浄を行った。この時、前述のように例えば苛性ソーダ等を用いた異方性のエッチング作用の強い、いわゆるアルカリ洗浄は行わないようにする。

【0046】そして、熱処理前洗浄が終わったなら、剥離ウエーハの抵抗率を測定した後、剥離ウエーハにドナーキラー熱処理を施した(図2(D))。熱処理条件は、 $650^\circ\text{C}$ で20分間とした。熱処理後再び剥離ウエーハの抵抗率を測定した。その結果、熱処理前の測定では、剥離ウエーハの裏面抵抗率は $400 \sim 500 \Omega \text{cm}$ 、表面抵抗率は $3000 \Omega \text{cm}$ 以上であったのが、ドナーキラー熱処理後においては、表裏面とも当初の抵抗

率である $20 \Omega \text{cm}$ となった。

【0047】次に、図2(E)では、ドナーキラー熱処理が終了した剥離ウエーハに、周辺の段差を除去する研磨を行った。研磨は、通常のシリコンウエーハを研磨する装置および条件と同様にすればよい。本発明では、剥離ウエーハを上下定盤間に挟み込み、定盤を50rpmで相互に逆回転しつつ、 $500 \text{g/cm}^2$ の荷重をかけて、研磨面に研磨スラリーを供給しつつ、剥離面を研磨した。

【0048】この時、研磨の取り代と周辺の段差の高さとの関係を調査した結果を、図4に示した。この図から、研磨代としては1ミクロンも研磨すれば、周辺の段差は充分に除去できることがわかる。

【0049】また、研磨代5ミクロンの周辺の段差除去研磨をした剥離ウエーハの周辺形状を再び触針式粗さ計でスキャンすることによって測定し、その結果を図3(C)に示した。この図から明らかであるように、剥離ウエーハの周辺部の段差はきれいに除去されており、シリコンウエーハとして充分に再利用可能な周辺形状となっていることがわかる。

【0050】最後に図2(F)において、仕上げ研磨を行い、剥離ウエーハの再処理を終了した。この時、周辺の段差除去研磨と仕上げ研磨との全体での研磨による取り代を、約8ミクロンとなるようにした。そして、仕上げ研磨後の研磨面(剥離面)の表面粗さを位相シフト干渉法により250ミクロン角で測定し、原子間力顕微鏡法により1ミクロン角で再び測定したところ、それぞれRMS値(自乗平均平方根粗さ)で、平均0.25nmと0.19nmであった。この値は、通常の鏡面研磨されたシリコンウエーハの表面粗さと同等であり、著しい改善が図られたことがわかるとともに、この再処理された剥離ウエーハは、シリコンウエーハとして再利用できるものであることがわかる。

【0051】そこで、本実施例では、図2(G)のように、再処理された剥離ウエーハをベースウエーハとして用いた。すなわち、図1(a)のベースウエーハ1として再利用ウエーハを用いた。剥離ウエーハは、もともと8ミクロン厚くしてあったので、再処理後の厚さが、図1(a)で用いるベースウエーハの所望厚さになっている。以後図1の工程にしたがい、水素イオン剥離法によってSOIウエーハを作製した所、問題なく通常通りの高品質SOIウエーハを作製することができた。

【0052】なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本発明の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本発明の技術的範囲に包含される。

【0053】例えば、上記では2枚のシリコンウエーハを結合してSOIウエーハを作製する場合を中心に説明したが、本発明は、この場合に限定されるものではなく、シリコンウエーハにイオン注入後に絶縁性ウエーハと結合し、シリコンウエーハを剥離してSOIウエーハを製造する場合に副生する剥離ウエーハに再処理を加えるような場合にも当然に適用可能である。

【0054】また、本発明の剥離ウエーハの再処理工程も、図2に示したものに限定されるものではなく、この工程には、洗浄、熱処理等の他の工程が付加されることもあるし、あるいは一部工程順の入れ替え、省略等が目的に応じて適宜行うことができるものである。

【0055】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、水素イオン剥離法において副生した剥離ウエーハに、適切な再処理を施して、実際にシリコンウエーハとして再利用することができるようになる。すなわち、本発明により、剥離ウエーハで問題となる、ウエーハ周辺の段差、イオン注入によるダメージ層、表面粗さを除去することができ、また剥離熱処理に基づく酸素ドナーの生成\*20

\*による抵抗率異常の問題も排除することができる。したがって、SOIウエーハの著しい生産性の向上と、コストダウンを図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)～(h)は、水素イオン剥離法によるSOIウエーハの製造工程の一例を示すフロー図である。

【図2】(A)～(G)は、実施例で採用した本発明の剥離ウエーハを再利用する方法の工程フロー図である。

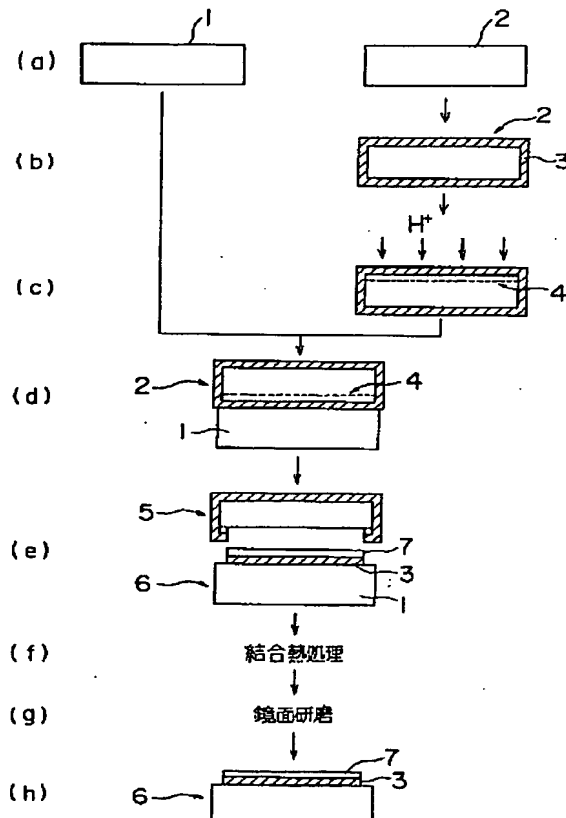
【図3】剥離ウエーハの周辺の段差の測定結果図である。(A)未処理の剥離ウエーハ、(B)酸化膜除去後、(C)周辺段差除去後。

【図4】周辺段差研磨の取り代と段差の高さとの関係を調査した結果図である。

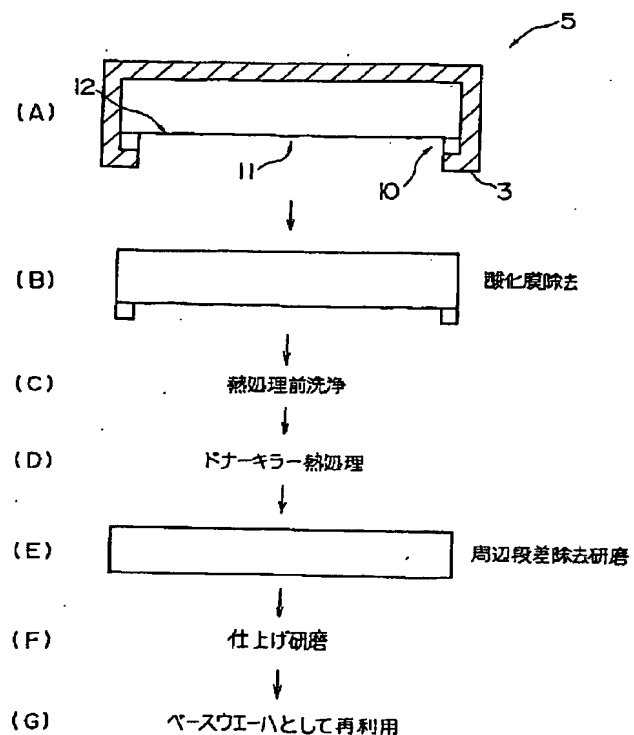
【符号の説明】

1…ベースウエーハ、2…ボンドウエーハ、3…酸化膜、4…水素イオン注入微小気泡層(封入層)、5…剥離ウエーハ、6…SOIウエーハ、7…SOI層、10…周辺の段差、11…剥離面、12…ダメージ層。

【図1】

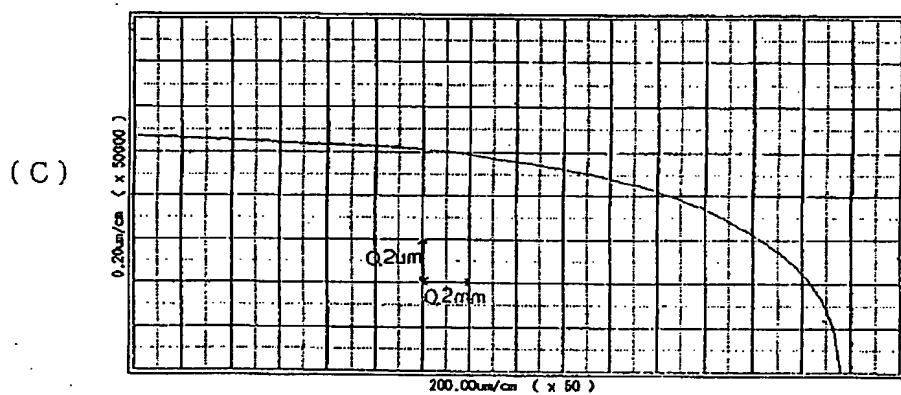
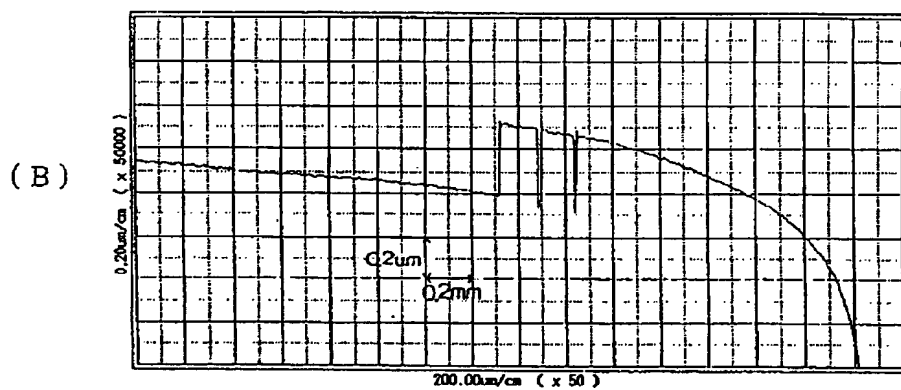
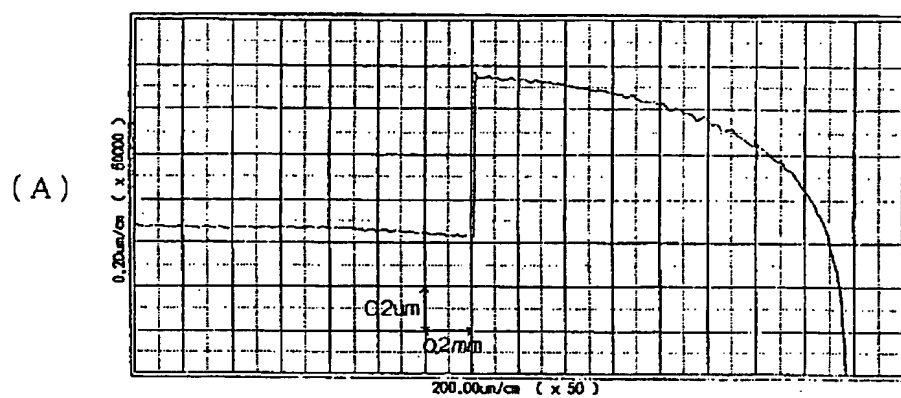


【図2】

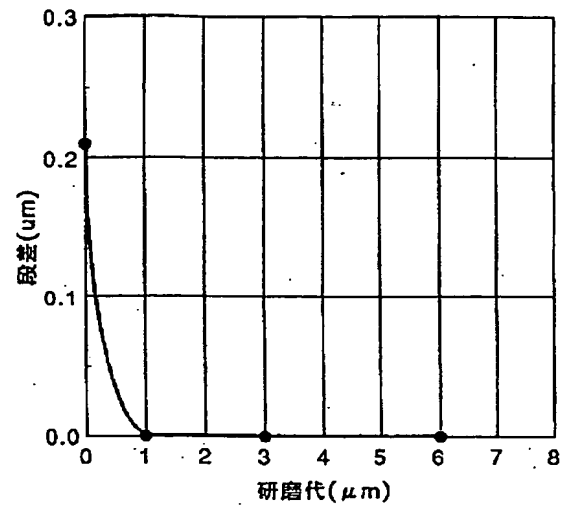




【図3】



【図4】




---

フロントページの続き

(72)発明者 三谷 清  
群馬県安中市磯部2丁目13番1号 信越半  
導体株式会社半導体磯部研究所内

(72)発明者 和田 正衛  
長野県更埴市大字屋代1393番地 長野電子  
工業株式会社内

(72)発明者 アンドレ ジャック オーバートン ハー  
ブ  
フランス国 38000 グルノーブル フィ  
ルマン グティエ プラサ 1

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-297583

(43)Date of publication of application : 29.10.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/02  
H01L 21/304  
H01L 27/12

(21)Application number : 10-114176

(71)Applicant : SHIN ETSU HANDOTAI CO LTD  
SOI TEC

(22)Date of filing : 09.04.1998

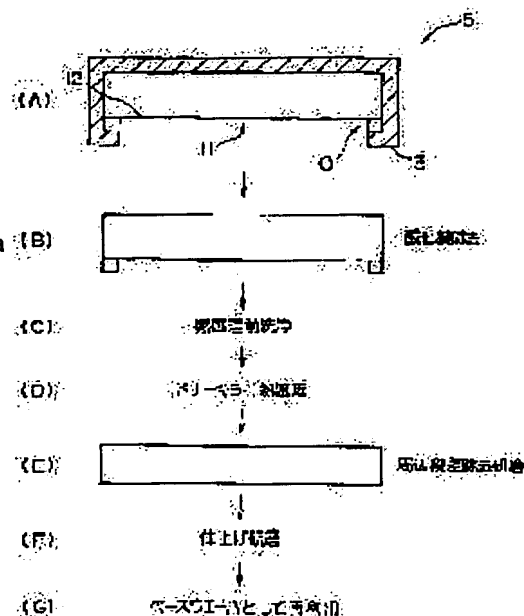
(72)Inventor : KUWABARA NOBORU  
MITANI KIYOSHI  
WADA MASAE  
ANDRE JACQUES OVERTON HERBE

## (54) METHOD OF REUSING PEELED WAFER AND WAFER TO BE REUSED

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for actually reusing a peeled wafer as silicon wafer, improve the productivity of SOI wafer, and reduce its cost by performing an appropriate reprocessing to the peeled wafer which is a by-product of a hydrogen-ion peeling method.

**SOLUTION:** In a method of reusing a peeled wafer as a silicon wafer, by performing an reprocessing to the peeled wafer which is a by-product produced during manufacturing SOI wafers by a hydrogen-ion peeling method, as reprocessing, a surface oxide film 3 is removed (B), and a donor killer heat treatment is performed (D), next polishing is performed to remove steps on the periphery (E), and finally finish polishing is performed (F), which allows the peeled wafer to be reused.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.12.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] How to reuse the exfoliation wafer characterized by performing polish which removes a surrounding level difference to an exfoliation wafer at least as said reprocessing in the approach of adding reprocessing to the exfoliation wafer by which a byproduction is carried out in case a SOI wafer is manufactured by the hydrogen ion exfoliating method, and reusing as a silicon wafer.

[Claim 2] How to reuse the exfoliation wafer according to claim 1 characterized by carrying out finishing polish as said reprocessing after the polish which removes a surrounding level difference.

[Claim 3] How to reuse the exfoliation wafer according to claim 1 or 2 characterized by removing the scaling film before the polish which removes a surrounding level difference as said reprocessing.

[Claim 4] How to reuse the exfoliation wafer of a publication in any 1 term of claim 1 characterized by performing donor killer heat treatment to an exfoliation wafer during said rework thru/or claim 3.

[Claim 5] How to reuse the exfoliation wafer characterized by reusing the exfoliation wafer reworked by any 1 term of said claim 1 thru/or claim 4 by the approach of a publication as a base wafer of a SOI wafer.

[Claim 6] How to reuse the exfoliation wafer characterized by reusing the exfoliation wafer reworked by any 1 term of said claim 1 thru/or claim 4 by the approach of a publication as a bond wafer of a SOI wafer.

[Claim 7] How to reuse the exfoliation wafer characterized by reusing the exfoliation wafer reworked by any 1 term of said claim 1 thru/or claim 4 by the approach of a publication as a silicon mirror plane wafer.

[Claim 8] The silicon wafer with which the reuse characterized by being reworked by any 1 term of said claim 1 thru/or claim 4 by the approach of a publication is presented.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the approach of adding reprocessing to the exfoliation wafer which exfoliates after combining the wafer which carried out the ion implantation, and manufactures a SOI (silicon on insulator) wafer and by which a byproduction is carried out in the so-called hydrogen ion exfoliating method (called the smart cutting method), and reusing as a silicon wafer.

[0002]

[Description of the Prior Art] SIMOX (separation by implanted oxygen) which heat-treats at an elevated temperature and forms an oxide film after driving oxygen ion into a silicon single crystal by high concentration as a method of producing the wafer of SOI structure conventionally -- they are what is depended on law, and the technique in which the joining-together method which combines two silicon wafers which carried out mirror polishing, without using adhesives, and thin-film-izes wafer of one of the two attracts attention.

[0003] SIMOX -- since law can determine and control the thickness of the SOI layer used as a device active region by acceleration voltage at the time of oxygen ion implantation -- a thin layer -- and although there is an advantage which can obtain the high SOI layer of thickness homogeneity easily, the dependability of an embedding oxide film, the crystallinity of a SOI layer, and heat treatment at the temperature of 1300 degrees C or more are required -- etc. -- there are many problems.

[0004] On the other hand, the wafer joining-together method forms an oxide film at least in one side between two silicon mirror plane wafers of a single crystal. Join without using adhesives and association is strengthened with subsequently adding heat treatment (usually 1100 degrees C - 1200 degrees C). Since mirror polishing of the front face of a thin film is carried out and a SOI layer is formed after thin-film-izing wafer of one of the two by grinding or wet etching after that, there is an advantage that the dependability of an embedding oxide film is high and the crystallinity of a SOI layer is also good.

[0005] However, by thin-film-izing taking serious time amount upwards, since it has thin-film-ized by mechanical processing, and wafer of one of the two serves as powder etc. and it disappears, productivity will be low and will become remarkable cost quantity. And in the grinding and polish by machining, there is a fault that there is a limitation also in the thickness of the SOI layer obtained and its homogeneity. In addition, not only when the wafer joining-together method combines silicon wafers, but a silicon wafer, SiO<sub>2</sub> and SiC, and aluminum 2O<sub>3</sub> etc. -- it may couple directly with an insulating wafer and a SOI layer may be formed

[0006] The approach (the hydrogen-ion exfoliating method: technique called the smart cutting method) of exfoliating after combining the wafer which carried out the ion implantation as the manufacture approach of a SOI wafer recently, and manufacturing a SOI wafer is newly beginning to attract attention. While this approach forms an oxide film at least in one side among two silicon wafers A hydrogen ion or rare gas ion is poured in from the top face of one silicon wafer. After making a minute air-bubbles layer (enclosure layer) form in the interior of this wafer, the field of the direction which poured in this ion is stuck with the silicon wafer of another side through an oxide film. It is the technique (refer to JP,5-211128,A) which adds the postheat treatment, exfoliates one wafer in the shape of a thin film by making a minute air-bubbles layer into a cleavage plane, adds heat treatment further, combines firmly, and is used as a SOI wafer. By this approach, a cleavage plane is a good mirror plane and the SOI wafer also with the high homogeneity of the thickness of a SOI layer is obtained comparatively easily. and not only when combining silicon wafers also in this hydrogen ion exfoliating method, but a silicon wafer -- an ion implantation -- carrying out -- this, SiO<sub>2</sub> and SiC, and aluminum 2O<sub>3</sub> etc. -- it may

couple directly with an insulating wafer and a SOI layer may be formed

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] When a SOI wafer is produced by such hydrogen ion exfoliating method, the byproduction of the one exfoliation wafer of silicon will be carried out inevitably. Conventionally, since one SOI wafer was obtained from one silicon wafer on parenchyma by reusing this exfoliation wafer that carried out the byproduction in the hydrogen ion exfoliating method, it was supposed that cost can be lowered sharply.

[0008] However, the example for which a certain thing actually reused reuse of such an exfoliation wafer as a concept was unknown in what [ for there to be nothing and reuse how concretely ]. In investigation of this invention persons, if especially the exfoliation wafer remained as it was, it turned out that a level difference is around a wafer, the damage layer by the ion implantation exists in a front face, or surface roughness is large so that it cannot be used as a usual silicon mirror plane wafer. And when the exfoliation wafer has received heat treatment for exfoliation at least and CZ wafer is used, in the wafer, precipitation of oxygen may be started or resistivity may have separated sharply to the request value by an oxygen donor's generation.

[0009] Then, this invention was made in view of such a trouble, performs suitable reprocessing for the exfoliation wafer which carried out the byproduction in the hydrogen ion exfoliating method, offers an approach actually reusable as a silicon wafer, and actually aims at aiming at a cost cut to improvement in the productivity of a SOI wafer.

[0010]

[Means for Solving the Problem] Invention indicated to claim 1 of this invention in order to solve the above-mentioned technical problem is the approach of reusing the exfoliation wafer characterized by performing polish which removes a surrounding level difference to an exfoliation wafer at least as said reprocessing in the approach of adding reprocessing to the exfoliation wafer by which a byproduction is carried out in case a SOI wafer is manufactured by the hydrogen ion exfoliating method, and reusing as a silicon wafer.

[0011] Thus, to the exfoliation wafer which carried out the byproduction by the hydrogen ion exfoliating method, it became clear that there was a level difference on the outskirts. So, in this invention, it decided to remove by grinding a surrounding level difference as reprocessing of an exfoliation wafer. If polish removes the surrounding level difference of an exfoliation wafer, while a surrounding level difference is easily removable, removal of the damage layer of an exfoliation wafer front face and the improvement of surface roughness are also made to coincidence.

[0012] In this case, as indicated to claim 2, it is desirable as reprocessing of an exfoliation wafer to carry out finishing polish after the polish which removes a surrounding level difference. This is because the direction ground in two or more steps can make better surface roughness or display flatness of a polished surface etc. rather than finishing a polished surface only by the polish which removes a surrounding level difference, and it can consider as the reuse wafer of high quality. And since there is not necessarily no need of also performing finishing polish in one step, you may carry out by two steps or more than it.

[0013] Moreover, as indicated to claim 3, it is desirable to remove the scaling film as reprocessing of an exfoliation wafer before the polish which removes a surrounding level difference. Thus, if the scaling film is removed before the polish which removes a surrounding level difference, it can grind to homogeneity. That is, if the oxide film has adhered to the surrounding level difference section, it will turn to a bigger level difference up, and it will become difficult to grind an oxide film to homogeneity in polish, since silicon differs from a degree of hardness.

[0014] Moreover, invention indicated to claim 4 of this invention is an approach characterized by performing donor killer heat treatment to an exfoliation wafer during rework of an exfoliation wafer. Since the oxygen donor generated in the exfoliation wafer by exfoliation heat treatment etc. by performing donor killer heat treatment is eliminable, the resistivity anomaly of an exfoliation wafer can be lost.

[0015] Invention indicated to claim 5 of this invention next, the exfoliation wafer reworked by any 1 term of said claim 1 thru/or claim 4 by the approach of a publication Are the approach of reusing as a base wafer of a SOI wafer, and invention indicated to claim 6 of this invention The exfoliation wafer reworked by any 1 term of said claim 1 thru/or claim 4 by the approach of a publication It is the approach of reusing as a bond wafer of a SOI wafer, and invention indicated to claim 7 of this invention is the approach of reusing the exfoliation wafer reworked by any 1 term of said claim 1 thru/or claim 4 by the approach of a publication as a silicon mirror plane

wafer further.

[0016] Thus, since the front face is ground by homogeneity, the exfoliation wafer reworked by this invention can be used as the base wafer or bond wafer in the case of sticking two silicon wafers and producing a SOI wafer, and can be used also as a usual silicon mirror plane wafer. Since precipitation of oxygen has occurred by exfoliation heat treatment etc. in the reworked exfoliation wafer in using the exfoliation wafer by which the byproduction was especially carried out from CZ wafer as a base wafer or a usual silicon mirror plane wafer, it will become suitable in order that this may demonstrate the gettering effectiveness. Moreover, since there are no crystal defects, such as COP (Crystal Originated Particle) and an oxygen sludge, like CZ wafer in the case of the exfoliation wafer [ wafer / FZ ] which has the exfoliation wafer or epitaxial layer by which the byproduction was carried out, it is suitable to reuse as a bond wafer.

[0017] And invention indicated to claim 8 of this invention is a silicon wafer with which the reuse characterized by being reworked by any 1 term of said claim 1 thru/or claim 4 by the approach of a publication is presented. As mentioned above, the exfoliation wafer reworked by this invention turns into a wafer reusable as a silicon wafer. In this case, what is necessary is to thicken thickness of the exfoliating near wafer which is beforehand used in the hydrogen ion exfoliating method, and just to make it become the thickness of the wafer considered as a request in reuse after rework by polish.

[0018]

[Embodiment of the Invention] Although the gestalt of operation of this invention is explained hereafter, referring to a drawing, this invention is not limited to these. Here, drawing 1 is the flow Fig. showing an example of the production process of the SOI wafer by the approach of manufacturing a SOI wafer by the hydrogen ion exfoliating method. Moreover, drawing 2 is the process flow Fig. showing an example of the approach of reworking and reusing the exfoliation wafer of this invention.

[0019] Hereafter, this invention is explained focusing on the case where two silicon wafers are combined. First, in the hydrogen ion exfoliating method of drawing 1 , at a process (a), two silicon mirror plane wafers are prepared and the bond wafer 2 used as the base wafer 1 used as the pedestal suitable for the specification of a device and a SOI layer is prepared. Next, at a process (b), one [ at least ] wafer of them is oxidized thermally, the bond wafer 2 is oxidized thermally here, and the oxide film 3 of about 0.1 micrometers - 2.0 micrometer thickness is formed in the front face.

[0020] Inject a hydrogen ion or rare gas ion into a front face to one side of the bond wafer 2 in which the oxide film was formed, the minute air-bubbles layer (enclosure layer) 4 parallel to a front face is made to form in it in the average penetration depth of ion at a process (c), and this impregnation temperature has desirable 25-450 degrees C. A process (d) is a process which piles up and sticks the base wafer 1 to the hydrogen ion impregnation side of the bond wafer 2 which carried out hydrogen ion impregnation through an oxide film, and wafers paste it up by contacting the front faces of two wafers under the pure ambient atmosphere of ordinary temperature, without using adhesives etc.

[0021] Next, a process (e) is an exfoliation heat treatment process divided into the exfoliation wafer 5 and the SOI wafer 6 (SOI layer 7+ pad oxide film 3+ base wafer 1) by exfoliating bordering on the enclosure layer 4, for example, if heat treatment is added at the temperature of about 500 degrees C or more under an inert gas ambient atmosphere, it will be divided into the exfoliation wafer 5 and the SOI wafer 6 by the rearrangement of a crystal, and condensation of air bubbles.

[0022] And at a process (f), in the bonding strength of the wafers stuck by the adhesion process and exfoliation heat treatment process of said process (d) and (e), since it is weak for using it at a device process as it is, as heat-of-linkage processing, hot heat treatment is performed to the SOI wafer 6, and let bond strength be sufficient thing. It is desirable to perform this heat treatment in 2 hours from 30 minutes at 1050 degrees C - 1200 degrees C for example, under an inert gas ambient atmosphere. In addition, exfoliation heat treatment of a process (e) and heat-of-linkage processing of a process (f) may be performed continuously, and exfoliation heat treatment of a process (e) and heat-of-linkage processing of a process (f) may be performed as that as which it serves to coincidence.

[0023] Next, a process (g) is a process of very little mirror polishing of the polish cost called a touch polish, and is a process which removes removal and surface roughness of the crystal defect layer which exists in the cleavage plane which is a front face of the SOI layer 7. The SOI wafer 6 of the high quality which crystal quality is high and has the high SOI layer 7 of thickness homogeneity through the above process can be

manufactured (process (h)).

[0024] In such a hydrogen ion exfoliating method, the byproduction of the exfoliation wafer 5 will be carried out in the drawing 1 (e) process. Since the thickness of the SOI layer produced by the hydrogen ion exfoliating method is usually 2 microns or less in about 0.1-1.5 microns as it is thick, the exfoliation wafer 5 has sufficient thickness. Therefore, if this is reused as a silicon wafer, it will become possible to lower the manufacturing cost of a SOI wafer remarkably.

[0025] However, as the extension mimetic diagram of an exfoliation wafer was shown in drawing 2 (A), it turned out that a level difference 10 occurs in the periphery of this exfoliation wafer 5, and it becomes what cannot be used as a silicon wafer if it remains as it is. The level difference 10 of the circumference of this is generated from becoming uncombined, without combining the periphery of a bond wafer with a base wafer. Therefore, the height of this level difference becomes the thing of extent which embedded with the thickness of a SOI layer and added the thickness of an oxide film 3.

[0026] Moreover, in the stripped plane 11 of an exfoliation wafer, the damage layer 12 by hydrogen ion impregnation remained, and the surface roughness was also found by that it is bad at it compared with the usual mirror plane wafer. When local surface roughness was bad and performed etching with selectivity like alkali etching especially, it turned out that a deep pit will be formed.

[0027] Furthermore, this exfoliation wafer 5 has received exfoliation heat treatment of about 500 degrees C or more at least, and it may produce un-arranging, as an oxygen donor occurs and resistance of a wafer indicates outlying observation to be, when the wafer containing oxygen like CZ wafer is used as a bond wafer.

[0028] Then, that the above problems should be solved, this invention persons perform suitable reprocessing for the exfoliation wafer which carried out the byproduction in the hydrogen ion exfoliating method, and as a result of examining how to actually reuse as a silicon wafer, they result in this invention. That is, first, by this invention, when manufacturing a SOI wafer by the hydrogen ion exfoliating method, polish removed the level difference of the circumference produced to the exfoliation wafer by which a byproduction is carried out.

[0029] Thus, if polish removes the surrounding level difference of an exfoliation wafer, a surrounding level difference is easily removable. For example, when the thickness of a SOI layer is 0.2 microns, a level difference can be completely removed by about 1-micron polish cost. And in case polish removes a surrounding level difference, removal of the damage layer of an exfoliation wafer front face and the improvement of surface roughness are also made to coincidence.

[0030] In this case, as reprocessing of an exfoliation wafer, it is desirable to carry out finishing polish after the polish which removes a circumference level difference. This is because the direction ground in two or more steps using abrasives with a more fine eye can make better surface roughness, display flatness, etc. of a polished surface rather than finishing a polished surface only by the polish which removes a surrounding level difference, and quality equivalent to the surface roughness of the usual silicon mirror plane wafer or display flatness can be attained. In addition, there is not necessarily no need of also performing this finishing polish in one step, and it may be performed by two steps or more than it.

[0031] Moreover, in this invention, it is desirable to remove the scaling film 3 as reprocessing of an exfoliation wafer before the polish which removes a surrounding level difference. This is because the direction which removes the scaling film 3 before the polish which removes the surrounding level difference 10 can grind to homogeneity. That is, when the oxide film 3 has adhered to the surrounding level difference section 10, a level difference will become higher and an oxide film is because silicon differs from a degree of hardness, so the inside of an exfoliation wafer side becomes is hard to be ground in homogeneity. Removal of an oxide film can perform an exfoliation wafer easily by being immersed into fluoric acid.

[0032] In this way, the damage layer by the level difference in an exfoliation wafer periphery and the hydrogen ion impregnation in a stripped plane and the surface roughness of a stripped plane can be removed, and a reuse wafer with the front face which any inferiority does not have compared with the usual mirror plane wafer can be obtained.

[0033] Moreover, when an exfoliation wafer is a CZ wafer in this invention, it is desirable to perform donor killer heat treatment during rework of an exfoliation wafer. Since an exfoliation wafer exfoliates by exfoliation heat treatment of about 500 degrees C or more, it will have received such [ naturally ] low-temperature heat treatment. If low-temperature heat treatment is performed to the silicon wafer which contains oxygen like CZ wafer, an oxygen donor will occur, for example, it is known well that phenomena, like the resistivity of a p-type



silicon wafer becomes high unusually may arise. Therefore, also in the exfoliation wafer by which a byproduct is carried out by the hydrogen ion exfoliating method, by exfoliation heat treatment, an oxygen donor may arise and the resistivity of an exfoliation wafer may become unusual. for this reason -- for example, in case the thickness of a wafer is measured, the problem that thickness of an exfoliation wafer cannot be measured with the measuring instrument of the capacitive sensing method currently generally used arises.

[0034] Therefore, in this invention, by performing donor killer heat treatment during rework, the oxygen donor generated in the exfoliation wafer is eliminated, and the resistivity anomaly of an exfoliation wafer was lost by exfoliation heat treatment etc. What is necessary is just made to carry out heat treatment for 20 minutes as an approach which should just add heat treatment of 600 degrees C or more, and is commonly used as this donor killer heat treatment as generally carried out, for example at 650 degrees C.

[0035] And during rework of an exfoliation wafer, before that washing or etching of a wafer is performed heat-treats as mentioned above many especially, washing and etching are performed in many cases so that a wafer may not be polluted in heat treatment. In this case, since a cure, such as a deep pit being formed and making [ many ] polish cost at a next polish process, is needed when etching or washing with selectivity like alkali etching is performed, since local surface roughness is bad and also has a damage layer, an exfoliation wafer like this invention is not desirable.

[0036] In this way, since it has the field condition ground by the completely same homogeneity as the usual silicon mirror plane wafer, the silicon wafer reworked by the approach of above-mentioned this invention can be used as a raw material wafer of a lamination SOI wafer, and may be used as a silicon wafer for production of the usual integrated circuit etc. Moreover, you may use as the so-called substrate of an epitaxial wafer, and especially the application of the reuse is not limited.

[0037] In this case, since precipitation of oxygen has occurred in the reworked exfoliation wafer by the thermal oxidation processing before hydrogen ion impregnation (usually 900 degrees C or more), and exfoliation heat treatment of about 500 degrees C or more in using the exfoliation wafer with which this invention was reworked as a base wafer or a usual silicon mirror plane wafer, it will become suitable in order that this may demonstrate the so-called in thorin chic gettering effectiveness (the IG effectiveness). Moreover, if an exfoliation wafer is used as the base wafer or bond wafer at the time of producing a SOI wafer, since one SOI wafer can be obtained from one silicon wafer on parenchyma, the manufacturing cost of a SOI wafer can be decreased remarkably.

[0038] In addition, although the exfoliation wafer reworked by this invention is reused as a desired silicon wafer, it thickens thickness of the bond wafer which is an exfoliating near wafer which is beforehand used in the hydrogen ion exfoliating method a little from the thickness for which it is needed with a reuse wafer, and it is made to serve as thickness of the wafer considered as a request in reuse after rework by polish.

[0039] However, as mentioned above, in order to remove the surrounding level difference of an exfoliation wafer by polish by this invention, it is based also on the thickness of a SOI layer, but even if it can remove a level difference completely by about 1 micron [ at most ] polish cost and performs washing accompanied by subsequent finishing polish and etching etc., a machining allowance 10 microns or less is enough on the whole. Thickening thickness of the bond wafer to be used beforehand also seems therefore, not to become a problem.

[0040]

[Example] Although the example of this invention is given and being explained concretely hereafter, this invention is not limited to these. (Example) The conductivity type manufactured the SOI wafer in p mold by the hydrogen ion exfoliating method resistivity followed the process shown in drawing 1 (a) - (h) using the silicon mirror plane wafer 20ohm and cm, and whose diameter are 150mm. The thing thick about 8 microns was used for the thickness of the bond wafer 2 by the average of the thickness of the base wafer 1. Making [ in addition ] thickness of a SOI layer into 0.2 microns, the main conditions, such as an ion implantation, are as follows.

1) Pad oxide-film thickness : 400nm (0.4 microns) 2 hydrogen impregnation conditions: H<sup>+</sup> Ion, impregnation energy 69keV Impregnation dosage  $5.5 \times 10^{16}$  -/cm<sup>2</sup> 3 exfoliation heat-treatment conditions: N<sub>2</sub> Bottom of gas ambient atmosphere, and 500 degree-Cx 30 minutes 4 heat-of-linkage processing conditions: N<sub>2</sub> The bottom of a gas ambient atmosphere, 1100 degree-Cx2 hour [0041] In this way, although the SOI wafer of the high quality which has a SOI layer with a thickness of 0.2 microns was producible, the byproduct of the exfoliation wafer 5 was carried out at the process (e) of drawing 1 . It decided to add reprocessing according to process [ of drawing 2 ] (A) - (G), and to reuse this exfoliation wafer as a base wafer.

[0042] First, the unsettled circumference configuration of the exfoliation wafer 5 of drawing 2 (A) was measured by scanning with a sensing-pin type granularity plan. The measurement result was shown in drawing 3 (A). In the periphery of the exfoliation wafer 5, the level difference 10 resulting from the part which became uncombined in the circumference at the time of lamination has arisen so that clearly from this drawing. And it turns out that the height of the level difference 10 of the circumference of it becomes more than value extent that applied the thickness (0.2 microns) of a SOI layer, and the thickness (0.4 microns) of an oxide film.

[0043] Moreover, when the surface roughness of the stripped plane 11 of the unsettled exfoliation wafer 5 of drawing 2 (A) was measured on the 250-micron square with the phase shift interference method and it measured on the 1-micron square by the atomic force microscope method, they were an average of 0.43nm and 8.3nm in the RMS value (square mean square root granularity), respectively. This value is a value very worse than the surface roughness of the usual silicon wafer by which mirror polishing was carried out, and especially the value in a 1-micron angle is a value of 10 usual times or more, and understands that local \*\*\*\*\* is large for a stripped plane.

[0044] Next, in drawing 2 (B), the surface oxide film 3 was removed by immersing an exfoliation wafer into fluoric acid. Fluoric acid was used as the HF50% water solution. And it measured by scanning again the circumference configuration of an exfoliation wafer where the oxide film was removed, with a sensing-pin type granularity plan, and the result was shown in drawing 3 R> 3 (B). It turns out that the level difference [ a little ] higher than the thickness (0.2 microns) of a SOI layer has arisen at the periphery of the exfoliation wafer 5 so that clearly from this drawing.

[0045] Next, in drawing 2 (C), washing before heat treatment was carried out so that an exfoliation wafer might not be polluted. This washing performed two-step washing of (the ammonia/hydrogen peroxide solution), and (a hydrochloric acid/hydrogen peroxide solution) widely known as the so-called RCA washing. At this time, it is made not to perform the so-called alkali cleaning with an etching operation of the anisotropy using caustic alkali of sodium etc. strong as mentioned above.

[0046] And if washing before heat treatment finished, after measuring the resistivity of an exfoliation wafer, donor killer heat treatment was performed to the exfoliation wafer ( drawing 2 (D)). Heat treatment conditions were set as for 20 minutes at 650 degrees C. The resistivity of an exfoliation wafer was again measured after heat treatment. Consequently, it was set to 20-ohmcm that whose the rear-face resistivity of an exfoliation wafer was 400-500-ohmcm, and surface resistivity was more than 3000-ohmcm it is the resistivity of the beginning [ rear face / front ] after donor killer heat treatment in the measurement before heat treatment.

[0047] Next, in drawing 2 (E), polish which removes a surrounding level difference to the exfoliation wafer which donor killer heat treatment ended was performed. What is necessary is just to make polish be the same as that of the equipment and the conditions which grind the usual silicon wafer. It is 500 g/cm<sup>2</sup>, putting an exfoliation wafer between vertical surface plates, and carrying out inverse rotation of the surface plate mutually by 50rpm in this invention. The stripped plane was ground supplying a polish slurry to a polished surface having applied the load.

[0048] At this time, the result of having investigated the relation between the machining allowance of polish and the height of a surrounding level difference was shown in drawing 4 . This drawing shows that a surrounding level difference is fully removable, if 1 micron is also ground as polish cost.

[0049] Moreover, it measured by scanning again the circumference configuration of the exfoliation wafer which carried out surrounding level difference removal polish of polish cost 5 Miquelon with a sensing-pin type granularity plan, and the result was shown in drawing 3 (C). It turns out that the level difference of the periphery of an exfoliation wafer is removed finely, and it has become a circumference configuration reusable enough as a silicon wafer so that clearly from this drawing.

[0050] Finally, in drawing 2 (F), finishing polish was performed and reprocessing of an exfoliation wafer was ended. The machining allowance by polish by surrounding level difference removal polish and the whole finishing polish was made to become about 8 microns at this time. And when the surface roughness of the polished surface after finishing polish (stripped plane) was measured on the 250-micron square with the phase shift interference method and it measured again on the 1-micron square by the atomic force microscope method, they were an average of 0.25nm and 0.19nm in the RMS value (square mean square root granularity), respectively. While this value is equivalent to the surface roughness of the usual silicon wafer by which mirror polishing was carried out and it turns out that the remarkable improvement was achieved, it turns out that this

reworked exfoliation wafer is a thing reusable as a silicon wafer.

[0051] So, in this example, the reworked exfoliation wafer was used as a base wafer like drawing 2 (G). That is, the reuse wafer was used as a base wafer 1 of drawing 1 (a). Since 8 microns of exfoliation wafers were thickened from the first, the thickness after rework is the request thickness of the base wafer used by drawing 1 R> 1 (a). the place which produced the SOI wafer by the hydrogen ion exfoliating method according to the process of drawing 1 after that -- the high quality SOI wafer of a passage was usually producible satisfactory.

[0052] In addition, this invention is not limited to the above-mentioned operation gestalt. The above-mentioned operation gestalt is instantiation, and no matter it may be what thing which has the same configuration substantially with the technical thought indicated by the claim of this invention, and does the same operation effectiveness so, it is included by the technical range of this invention.

[0053] For example, although explained focusing on the case where combine two silicon wafers above and a SOI wafer is produced, it is not limited in this case and combines with an insulating wafer after an ion implantation to a silicon wafer, and naturally this invention can be applied, also when adding reprocessing to the exfoliation wafer which carries out a byproduction when exfoliating a silicon wafer and manufacturing a SOI wafer.

[0054] Moreover, it is not limited to what was shown in drawing 2 , and other processes, such as washing and heat treatment, may be added to this process, or exchange of the order of a process, an abbreviation, etc. can also perform reprocessing steps of the exfoliation wafer of this invention suitably according to the purpose a part.

[0055]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, suitable reprocessing can be performed to the exfoliation wafer which carried out the byproduction in the hydrogen ion exfoliating method, and it can actually reuse now as a silicon wafer to it. That is, by this invention, the level difference of the wafer circumference which poses a problem with an exfoliation wafer, the damage layer by the ion implantation, and surface roughness can be removed, and the problem of the abnormalities in resistivity by an oxygen donor's generation based on exfoliation heat treatment can also be eliminated. Therefore, a cost cut can be aimed at with improvement in the remarkable productivity of a SOI wafer.

---

[Translation done.]

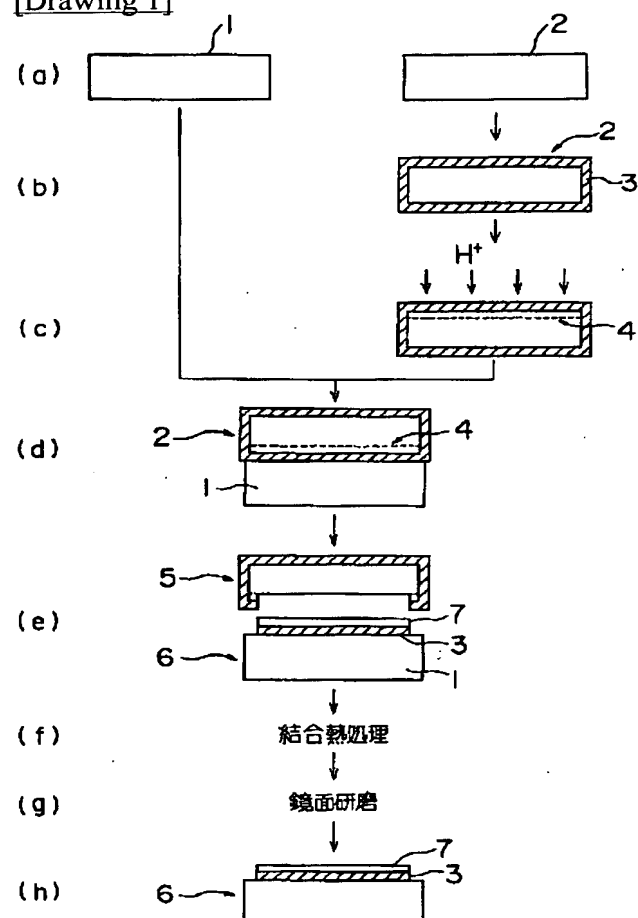
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

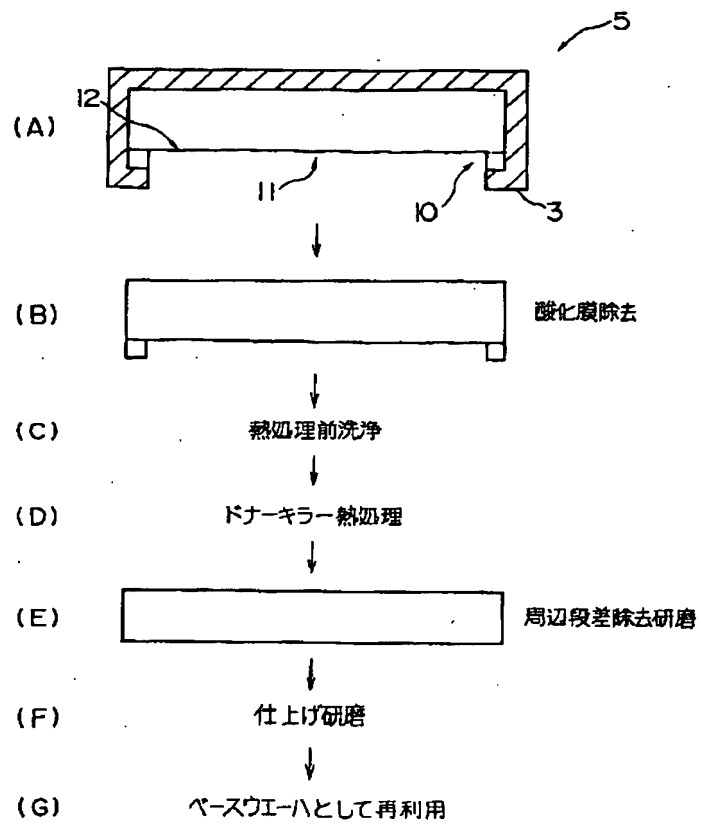
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

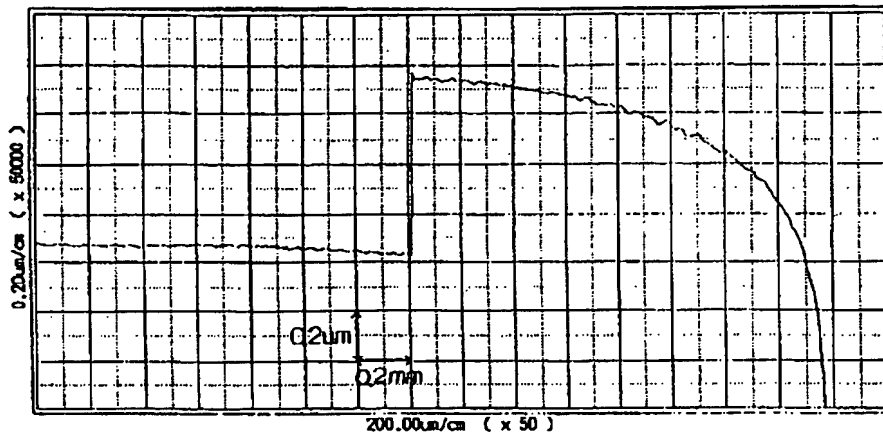


[Drawing 2]

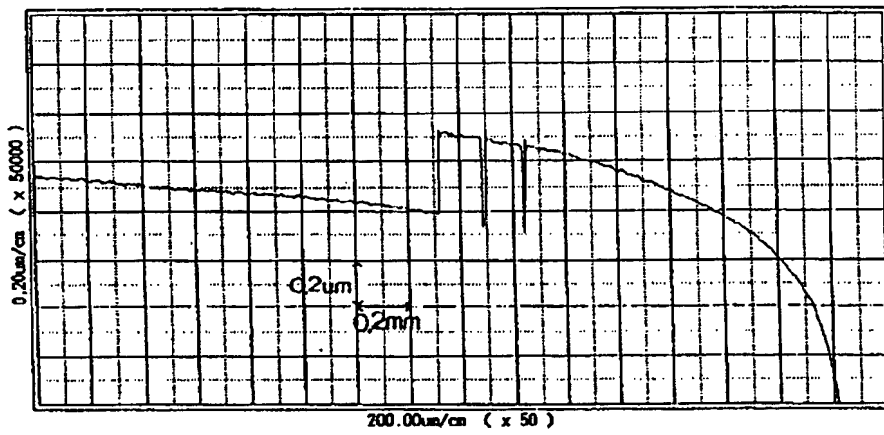


[Drawing 3]

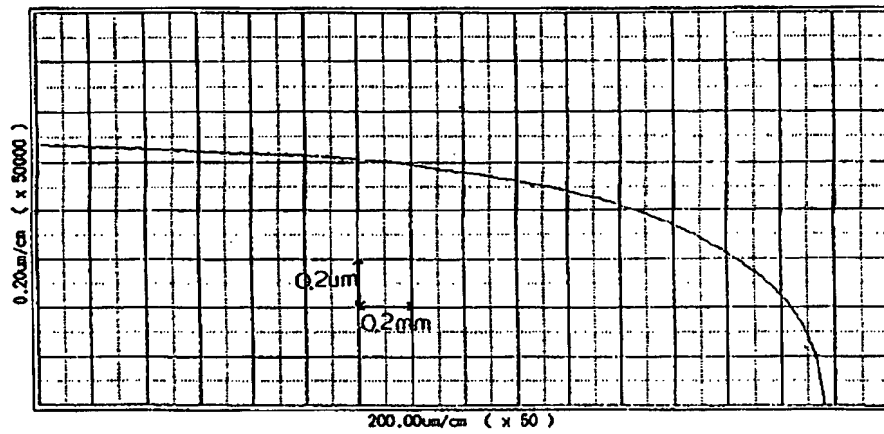
(A)



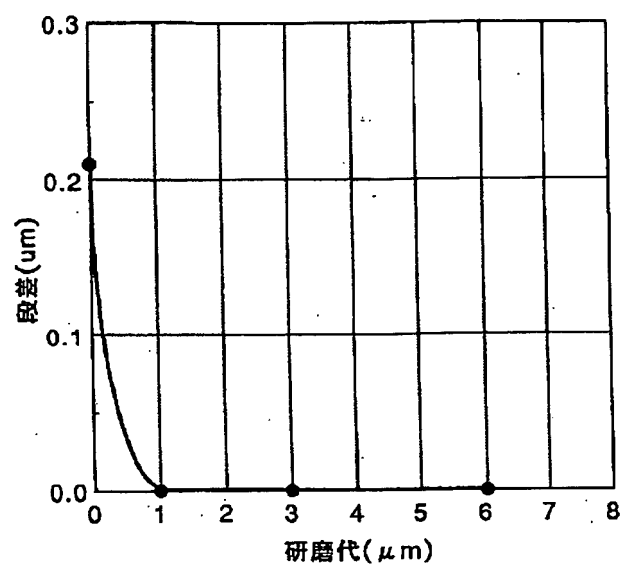
(B)



(C)



[Drawing 4]



---

[Translation done.]